第10卷 第1期　　动 物 学 研 究　　Vol. 10, No. 1
1989年2月　　ZOOLOGICAL RESEARCH　　Feb., 1989

# 树鼩(*TUPAIA BELANGERI CHINENSIS*)精子发生的季节性变化*

曹筱梅

（中国科学院昆明动物研究所）

**摘　要**

对野外成体树鼩进行了不同季节精小管发育的测定和生精上皮细胞学特征的观察。精小管平均直径的高峰值出现在4月，为205.7μm；最低值出现在10月，为88.4μm。1、4月份的生精上皮，表现了高度活跃的精子发生，具有明确周期的12个连续阶段和典型的细胞组合。生精上皮退行性变化最早出现于7月，8月进一步发展，10月最明显。附睾精子数量亦表现了类似的季节性波动。表明树鼩精子发生的活性期始于仲冬，最盛在春季，退行期始于仲夏，秋季最显著，有一个明显的精子发生的季节性周期。季节性生殖受局部环境因子的调节，光照可能是重要因素。

**关键词**：树鼩，睾丸，精子发生，季节性繁殖

自然界中的许多哺乳动物都是季节性繁殖者（Seasonal breeders）。这是在长期的自然选择过程中，对来自环境的压力和信息的反应，这有利于它们繁衍后代和种族的生存。灵长类动物中的恒河猴（*Macaca mulatta*）是其中较典型的种类（Michael等，1975；1981），具有明显的季节性精子发生周期（Conaway等，1965）。

树鼩是昼行小型哺乳动物。它对环境因子，如活动领域、社会压力、气味等均具有高度的敏感性（Schwaier，1975；1978）。关于树鼩的生殖活动周期同环境因子间的关系，所知仍较贫乏。Collins等（1982）和Luckett（1980）曾讨论过在温度、光周期、湿度、食物供应等恒定的实验室条件下，树鼩的季节性繁殖是不明显的。野外树鼩的生殖活动同季节的关系如何，是否也有节季性繁殖现象，值得探讨。有关雄性树鼩性腺重量的季节性变化已有报道（Collins等，1982；邹如金等，1987）。但对精子发生的季节性变化，尚缺乏直接的细胞学证据。

我们曾报道了树鼩精子发生过程中的细胞学和动力学的观察结果（曹筱梅，1986），本文系在此基础上，进一步探讨季节这一重要的环境因子对精子发生的影响。这不仅有助于了解树鼩的生殖生物学特性，而且为这种新的小型实验动物的驯养繁殖提供基础资料。

* 沙恪力同志参加了部分取材工作；何远辉同志协助进行精小管数据换算的电脑处理，在此一并致谢。
本文1987年11月日9收到，1988年2月22日修回。

# 材料与方法

**（一）动　物**

31只体重94—140克，恒齿齿式$\frac{2\cdot1\cdot3\cdot3}{3\cdot1\cdot3\cdot3}$的成体雄性树鼩，分别于1、4、7、8、10月捕自昆明远郊和昆明外围县禄丰（表1）。每批实验均使用新捕入的树鼩。此外用1只体重108克，齿式$\frac{2\cdot1\cdot3\cdot2}{3\cdot1\cdot3\cdot3}$的树鼩作比较。

**（二）制　片**

睾丸材料的制片如前文所述（曹筱梅，1986）。一部分动物的附睾以同法制片，其余则以附睾尾及输精管的冲洗液涂片。

**（三）观察方法**

1.生精上皮周期的各阶段的区分及各级生精细胞的分类和鉴别方法如前文。

2.精小管横切面直径的测量：每只动物平均测量20个横的或近于横的精小管切面。测得的数据用电脑处理。

3.附睾和输精管的观察：只观察有无精子的存在，并作数量的估算。

# 结　果

（一）生精小管在不同季节中的发育

精小管横切面直径在不同季节的测量结果如表1。树鼩的精小管直径在一年中有一个高峰值和低谷值（图1），表明精小管发育有一个明显的旺盛和退行周期。

**表1　不同季节的树鼩精小管直径**

**Table 1　The diameters of seminiferous tubules in tree shrews at different seasons of the year**

| Group | Date | Body weight (g) | Number of animals | External diameter of tubules(μm) $\bar{x}\pm SE$* | Range | Lumen of tubules(μm) $\bar{x}\pm SE$ | Range |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Jan 28 | 131.6±3.2 | 5 | 186.7±5.5 | 173.1-205.1 | 53.7±1.4 | 51.0-58.6 |
| 2 | Apr 11 | 106.8±4.3 | 5 | 205.7±5.4 | 189.7-218.0 | 74.7±4.1 | 68.9-90.4 |
| 3 | Jul 23<br>6 | 111.4±4.2 | 5 | 169.2±22.7 | 87.7-208.3 | 71.4±9.7 | 41.7-97.5 |
| 4 | Aug 22<br>28 | 117.3±2.3 | 11 | 114.5±7.0 | 95.4-166.5 | 41.0±3.7 | 32.2-68.9 |
| 5 | Oct 17 | 109.4±2.7 | 5 | 88.4±2.9 | 86.0-98.5 | | 0.0-36.5 |

* Student's t test: a) Group 1 compared with group 4 and 5, $t=6.457$, $P<0.001$ and $t=6.456$, $P<0.001$

b) Group 2 compared with group 4 and 5, $t=8.163$, $P<0.001$ and $t=19.215$, $P<0.001$

1.冬春时的精小管发育：1月正是仲冬季节，精小管直径明显增大，平均为186.7μm，有的可达205.1μm。其均值同8、10月数值之比有明显的统计学差异（表1），但尚未达到最高的发育水平。4月，精小管直径最大，平均为205.7μm，有的达261.4μm。同8、10月数值的差别更为显著（表1）。说明春季是精小管发育的最盛时期。

2.夏秋时的精小管发育：7月份是仲夏时期，大多数精小管直径仍然较大，其发育仍处于活跃阶段，平均直径为169.2μm，仅次于1月的数值。但个体差异很大，有的动物的精小管直径已变小，平均仅87.7μm。显然有少数动物的小管正处于或趋向退行时期。分别在8月初和8月底观察了11只动物，其中10只的精小管直径都在150μm以下，平均为114.5μm。10月份，精小管直径最小，绝大多数在100μm以下，平均为88.4μm，显示出极明显的退行变化。

（二）生精上皮在不同季节的细胞组成、排列及分布

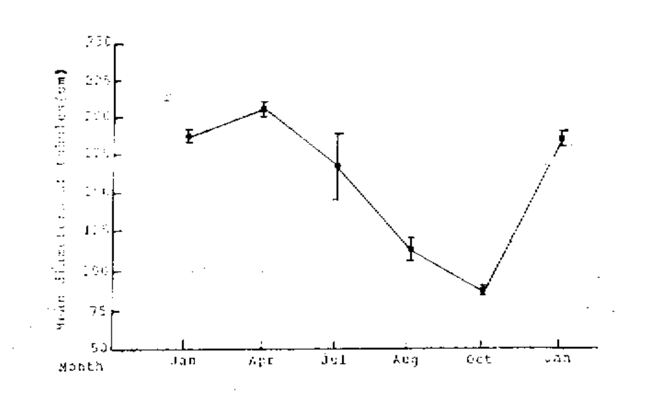



图1　树鼩精小管外径的季节性变化

Fig. 1 Seasonal changes in the external diameters of seminiferous tubules in tree shrews. vertical bars give SE of means

1.冬春时的生精上皮：1、4月份，全部动物可观察到正常的精子发生过程。如前文所述（曹筱梅，1986），正常的精子发生具有三个明显的特征：（1）精小管生精上皮周期明确区分为12个连续阶段，各阶段的细胞组合有各自的独特性，即各级生精细胞及各步精细胞在周期各阶段中的排列和分布都有一定的规律性；（2）精原细胞及精母细胞具有旺盛的分裂活动，因而可见到丰富的有丝分裂相和减数分裂相（图版Ⅰc、b）；（3）大量的第14步（Step 14）精子即成熟精子不断排放到小管腔中。这些特征表明，精小管上皮处于精子发生的活性时期，精子发生最为旺盛（表2），图版Ⅰa—c）。

2.夏季的生精上皮：7月份这组的大多数动物，所有生精小管上皮都具有完整的各阶段的细胞组合，表明有精子发生的活性。少数精小管直径变小了的动物，只有部分精小管具规则性的细胞组合或者全部小管都失去了正常精子发生的上皮特征。说明退行性变化在一些动物中已开始（表2）。

**表 2 各组树鼩生精上皮的细胞组成特征***

**Table 2 Characteristice of cell composition in seminiferous epithelium in different groups***

| Group | Typical cell assocaitions * in the 12 stages of the cycle | Regular cell associations in some tubules | Majority of tubules contain only Sertoli cell and Spg. | Only a few tubules with detached cells of various generations | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | M | Spg. | Spc. | | | Spt. | | |
| | | | | | | PL or L | Z | P | Step 1－5 | Step 6－12 | Step 13－14 |
| 1 | 5 | | | | | | | | | | |
| 2 | 5 | | | | | | | | | | |
| 3 | 3 | 1 | 1 | — | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | — | — |
| 4 | 1 | 1 | 9 | — | 9 | — | 1 | 9 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | — | — | 5 | — | 5 | 1 | 4 | 4 | — | — | — |

* Arabic numerals in columns of each group represent number of animals with the characteristics of cell composition

Spg. = Spermatogonia, Spc. = Spermatocytes, Spt. = Spermatids, M = Dividing Spg. or Spc., PL = Preleptotene, L = Leptotene, Z = Zygotene, P = Pachytene

8 月份，11只动物中只有 1 只尚可看到正常的精子发生过程，另一只的部分精小管仍有规则的细胞组合。其余动物的全部小管，均失去了细胞排列和分布的规律性。它们的大多数小管仅由大量的足细胞和少数精原细胞组成，偶尔在少数小管中看到散在的 1 — 2 个世代或更多世代的精母细胞和精子细胞，未见有分裂活动的细胞（图版Ⅰd、e）。这是向退行期过渡的表现。

**表 3 附睾及输精管内精子的观察**

**Table 3 Observation on spermatozoa in epididymis or vas deferens**

| Group | Number of animals with spermatozoa | | | |
|---|---|---|---|---|
| | - | + | ++ | ++++ |
| 1 | | | | 5 |
| 2 | | | | 5 |
| 3 | 1 | | 1 | 5 |
| 4 | 7 | 3 | 1 | |
| 5 | 5 | | | |

++++ : Abundant spermatozoa

++ : A few of spermatozoa

+ : Only a few spermatozoa

- ; No spermatozoa

3.秋季的生精上皮：精小管的大小较一致，管内含有大量足细胞和少数精原细胞。许多小管几乎没有腔，被足细胞的合胞体（Sertoli syncytium）充满（图版Ⅰf）。个别小管有散在精母细胞或精细胞，没有任何分裂相。表明10月份的生精上皮处于静止状态。

（三）附睾及输精管内精子的季节变化

1月和4月两组动物，均可在附睾和输精管见到丰富的精子（图版Ⅰg、h）。8月和10月，附睾精子大量减少，甚至无精子（表3）。

## 讨　论

**（一）动物的选择**

某些季节性繁殖的动物（如松鼠猴等），往往有交配前的肥胖反应（Coe等，1978），加之动物有饱饿状态的不同，若只根据体重来判断动物是否性成熟，误差较大。同时，树鼩的另一相邻种（*Tupaia glis*）的发育型是D-E-S，即性成熟发生在恆齿出齐和骨骺愈合之后，恆齿完全出齐后才会见到睾丸中的精子（Shigehara，1980）。因此，本研究根据恆齿齿式和磨损程度结合体重来估计动物是否性成熟。

**（二）精小管直径大小、精子发生和季节三者间的关系**

分析每只动物的结果，发现精小管直径平均值大于160μm以上者，具有正常精子发生过程中生精上皮的细胞学和形态学特征，且在附睾中含有丰富的精子。平均值在160μm以下者，其生精上皮部分或全部失去了正常精子发生时的结构。随着精小管直径的变小，上皮结构退行性变化更为明显，细胞组成变得更为简单和无规则，附睾内精子数量减少或几乎没有。这充分表明精小管直径的大小，反映了精小管的发育程度，同精子发生的活跃性变化一致。

精小管平均直径、生精上皮细胞组成的特征、附睾精子数量，在1和4月时间组与7、8、10月各时间组之间，有明显的时间性差别（表1、2、3）。表明精子发生同季节的关系，显示冬春为活性期，夏季为过渡期，秋季为非活性期。

**（三）精子发生季节的地区差别**

直接观察精小管发育和精子发生过程的细胞学所得的结果，同邹如金等（1987）观察睾丸重量的结果相比，其趋向基本相近。而同Collins等（1982）研究产于泰国的同种树鼩（*T.belangeri*）的结果稍有不同。他们根据睾丸和副性腺器官的重量变化，认为性腺功能的最高活性发生在冬季（范围是11月到2月），最低在夏季。昆明地区的树鼩，精子发生的活性周期启动稍晚，精子发生功能的最高活性发生在冬春（始于1月），最低在秋季。昆明地区和泰国地区虽同受西南季风的影响而有明显的干、湿季，但是其纬度和生境仍有很大差异。昆明是亚热带的高原气候，春暖夏凉。而泰国则是热带多雨气候。两区的气温、年温差及雨量分布、日照等都不同，因此出现上述差异。

**（四）关于季节性繁殖的环境调节机制**

季节性繁殖者连续不断地变换其生殖系统的开和关，形成可逆的生育节律周期，称之为自然界自己的避孕（Nature's own contraception）（Karsch等，1981）。季节性

生殖类型的最根本机制，目前仍不甚清楚。近期的研究认为，许多同生殖功能调节有关的外界环境因子，是通过感觉器官通道，至中枢神经系统而起作用（Gilmore，1981）。脑内不同浓度的神经递质交替出现，控制着下丘脑和垂体的各类激素的合成和分泌比例的变化。这些变化依次控制着睾丸和卵巢中配子细胞的产生和甾体激素的产量。甾体激素对其在下丘脑和垂体前叶的受体的反馈作用，又影响着睾丸和卵巢的功能。这样的调节，可保证在同一时间内交配行为和配子释放的同步，增加受精成功率和子代成活率。

光照和社会刺激的重要作用已引起人们的注意。Micheal 等（1981）认为，雄性恒河猴的交配行为和射精量的季节性节律，是依赖光照和其它气候因素及来自雌性的社会刺激，引起神经内分泌系统的连锁活动所致。Karsch等（1981）认为母绵羊繁殖季节的开始同晚夏和早秋光照的减少有关，非动情期的开始同晚冬和早春光照的增加有关。松果体的分泌物褪黑激素（Melatonin）在光照控制生殖过程方面起着重要作用（Gilmore，1981；Karsch等，1981）。

昆明地区在仲冬以后，光照开始增加，仲夏以后光照开始减少。树鼩精子发生的开和关，正好同光照的增和减相对应，两者呈正相关。这近似于倭狐猴（*Microcebus murinus*）的情况。倭狐猴在南半球时，其精子发生从7月开始，最高活动性在10月；当运到北半球后，精子发生开始于1月（Kinzey，1971）。恒河猴和绵羊同树鼩相反，其繁殖季节的开关同光照的增减则是负相关。如群养在波多黎各的恒河猴，精子发生的高峰出现在秋季，退行出现在春季（Conaway等，1965）。

## 参 考 文 献


曹筱梅 1986 树鼩（*Tupaia belangeri chinensis*）精子发生的细胞学观察。动物学研究 7：69—77

邹如金、季维智、沙临力、严畔、杨克勤 1987 树鼩（*Tupaia belangeri chinensis*）生长发育的初步观察。动物学研究 8（2）：201—208

Coe, C.L.and Rosenblum, L. A. 1978 Annual reproductive strategy of the squirrel monkey (*Saimiri sciureus*). *Folia Primatol*. 29：19—42

Collics, P.M., Tsang, W.N. and Lofts, B. 1982 Anatomy and function of the reproductive tract in captive male tree shrew (*Tupaia belangeri*). *Biol. Reprod*. 26：169—182

Conaway, C. H. and Sade, D.S. 1965 The seasonal spermatogenic cycle in free ranging rhesus monkeys. *Folia Primatol*. 3：1—12

Gilmore, D. P. 1981 Internal reponses to environmental stimuli. In *Environmental factors in mammal reproduction*. ed. by Gilmore, D. *et al*., Macmillan Publishers LTD. 13—29

Karsch, F.J. and Foster,'D. L. 1981 Environmental control of seasonal breeding：a common final mechanism governing seasonal breeding and sexual maturation.In *Environmental factors in mammal reproduction*. ed. by Gilmore, D. *et al*., Macmillan Publishers LTD. 30—53

Kinzey, W. G. 1971 Male reproductive system and spermatogenesis. In *Comparative reprodction of nonhuman primates*. ed. by Hafez, E.S.E.Charles C. Thomas 85—114

Luckett, W.P. 1980 The use of reproductive and developmental features in assessing tupaiid affinities. *In Comparative biology and evolutionary relationships of tree shrews*. ed. by Lucktt, W.P. Plenum Press 245—266

Michael, R. P. and Zumpe, D., Plant, T.M. and Evans, R.G. 1975 Annual changes in the sexual potency of captive male rhesus monkeys. *J. Repłod. Fert*. 45；169—172

Michael, R. P. and Zumpe, D. 1981 Environmemtal influences on the sexual behaviour of Rhesus monkeys. In *Environmental factors in mammal reproduction*. ed. by Gilmore, D. *et al*. Macmillan Publishers LTD. 77—99

Schwaier, A. 1975 The breeding stock of tupaias at the Battelle-Institute. Breeding simians for developmental biology. *Laboratory Animal Handbooks*. 6: 141—149

Schwaier, A. 1978 *Tupaia belangeri* BIAS, an outbred stock of tree shrews. In Recent advances in primatology vol. 2, Conservation ed. by Chivers, D. J. *et al*., London 165—171

Shigehara, N. 1980 Epiphyseal union, tooth eruption, and sexual maturation in the common tree shrew, with reference to its systematic problem. *Primates* 21: 1—9

# SEASONAL CHANGES IN SPERMATOGENESIS OF TREE SHREW (*TUPAIA BELANGERI CHINENSIS*)

Cao Xiaomei

*(Kunming Institute of zoology, Academia Sinica)*

Seasonal changes in spermatogenesis of adult tree shrews from field in Kunming, Yunnan, were investigated. Maximum average diameters of seminiferous tubules are present in April (205.7 μm) and minimum in October (88.4 μm). There are highly active seminiferous epitheliums with clear epithelial cycle of 12 successive stages and typical cell associations of various stages in January and April. Regression of seminiferous tubules begins in July and there are extensive regressive changes in seminiferous epitheliums losing spermatogenic function in August and October. Similar seasonal changes in spermatozoa amount are shown in epididymis. These results suggest that a seasonal cycle of spermatogenic activity occur obviously in this species. The seasonal changes of reproduction may be regulated by local environmental factors, such as photoperiod.

**Key words:** Tree shrew, Testis, Spermatogenesis, Seasonal breeding.

 不同季节的树鼩精小管显微照片

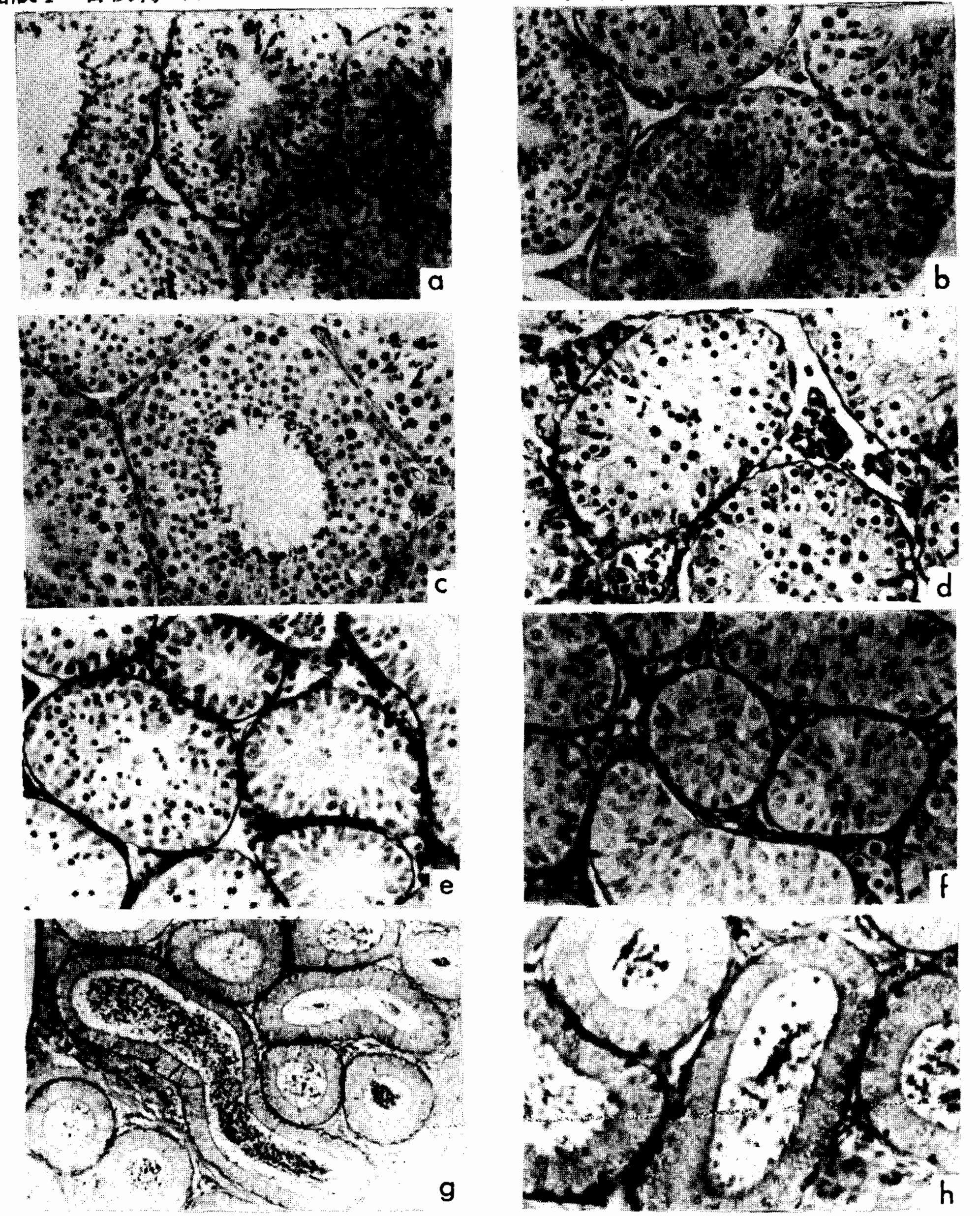



Plate I Photomicrographs of seminiferous tubules(ST) in tree shrews at different periods of the year.

a. Spermatogenically active ST in Jan.

b. and c. Highly active spermatogenesis are shown in ST, having meiotic activity in stage XII(in b.) and mitotic activity in stage VI(in c.) in Apr.

d. Regression beginning in some ST in Aug.

e. Obvious regression in ST in Aug.

f. Most of tubules contain only Sertoli cells and spermatognia in Oct.

g. and h. Abundant spermatozoa in epididymis in Jan.